

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-029682

(43)Date of publication of application : 02.02.1996

(51)Int.Cl. G02B 13/18
G02B 13/00

(21)Application number : 06-314822

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 19.12.1994

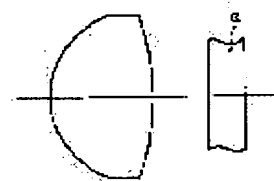
(72)Inventor : ARAI NORIKAZU
MORI NOBUYOSHI

(54) OBJECTIVE LENS FOR RECORDING AND REPRODUCING OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PURPOSE: To excellently compensate not only sine conditions and spherical aberration but also astigmatic aberration and to provide a wide visual field in spite of a large aperture by making both faces single lens aspherical faces and making the lens a specified condition.

CONSTITUTION: This lens is bi-convex lens provided with a face having intense curvature on the object side both faces on the object side and on the image side are aspherical faces. A cover glass G is provided on the image side. The lens is satisfied the conditions shown by relations I-III. In the relations, (f) is a focal distance of a lens, (n) is the refractive index of lens, r1 is the vertex radius of curvature on the face on the object side and NA is the numerical aperture. $\Delta 1$ is a difference in the direction of optical axis between an aspherical face on the most effective peripheral and a reference spherical face having vertex radius of curvature. $\Delta 2$ is the difference in the direction of optical axis between aspherical surface in the most effective peripheral area in the plane on the image plane and a reference spheroid face having the vertex radius r2 of curvature.



$$0.4f < \frac{r_1}{nf} < 0.6f$$

$$0.05 < \delta_1 - \delta_2 < 0.25$$

$$\delta_1 = \frac{(n-1)^2 \Delta_1}{(NA)^4 f}$$

$$\delta_2 = \frac{(n-1)^2 \Delta_2}{(NA)^4 f}$$

$$7.0 < \delta_1 / \delta_2 < 4.0$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.12.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.08.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-29682

(43)公開日 平成8年(1996)2月2日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/18

13/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 発明の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-314822

(62)分割の表示 特願昭60-40532の分割

(22)出願日 昭和60年(1985)2月28日

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 荒井 則一

東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式
会社内

(72)発明者 森 伸芳

東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式
会社内

(54)【発明の名称】 光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

(57)【要約】 (修正有)

【目的】単レンズの両面を非球面化することにより正弦条件・球面収差のみならず非点収差もあわせて良好に補正し、大口径にもかかわらず視野の広い光情報記録媒体の記録再生用対物レンズを得る。

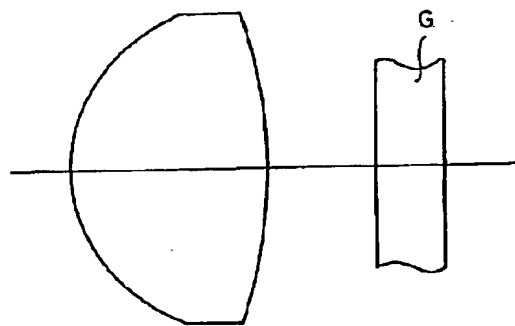
【構成】物体側に強い曲率を有する面を向けた両凸レンズであって、物体側の面および像側の面の両方が非球面である光情報記録媒体の記録再生用対物レンズにおいて、光情報記録媒体の記録再生用対物レンズの像側にカバーガラスが設けられており、光情報記録媒体の記録再生用対物レンズが下記の条件を満たす。

$$(1) \quad 0.40 < \frac{r_1}{nf} < 0.63$$

$$(2) \quad 0.05 < \delta_1 - \delta_2 < 0.25$$

$$\delta_1 = \frac{(n-1)^2 \Delta_1}{(NA)^2 f}, \quad \delta_2 = \frac{(n-1)^2 \Delta_2}{(NA)^2 f}$$

$$(3) \quad -7.0 < \delta_1 / \delta_2 < -4.9$$



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側に強い曲率を有する面を向けた両凸レンズであって、物体側の面および像側の面の両方が非球面である光情報記録媒体の記録再生用対物レンズにおいて、前記光情報記録媒体の記録再生用対物レンズの像側にカバーガラスが設けられており、前記光情報記録媒体の記録再生用対物レンズが下記の条件

【数1】

$$(1) \quad 0.40 < \frac{r_1}{nf} < 0.63$$

$$(2) \quad 0.05 < \delta_1 - \delta_2 < 0.25$$

$$\delta_1 = \frac{(n-1)^3 \Delta_1}{(NA)^4 f}$$

$$\delta_2 = \frac{(n-1)^3 \Delta_2}{(NA)^4 f}$$

$$(3) \quad -7.0 < \delta_1 / \delta_2 < -4.9$$

ただし、

f : レンズの焦点距離

n : レンズの屈折率

r₁ : 物体側の面の頂点曲率半径

NA : 開口数

Δ₁ : 光源側の面の有効径最周辺（上記NAの周縁光線が入射する光源側の面上の位置）における非球面と頂点曲率半径r₁を有する基準球面との光軸方向の差で、光軸から遠ざかるほど該非球面が光源側へ変位している場合を正とする

Δ₂ : 像側の面の有効径最周辺における非球面と頂点曲率半径r₂を有する基準球面との光軸方向の差で、光軸から遠ざかるほど該非球面が光源側へ変位している場合を正とするを満足することを特徴とした光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光情報記録媒体の記録光学系、再生光学系あるいはその双方を兼ねた光学系において光源光を微小なスポットに結像させるために最適に用いられる光情報記録媒体の記録再生用対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】光源光として半導体レーザーを使用する場合、光情報記録媒体の再生光学系に用いられる対物レ

レンズは開口数（NA）が、コンパクトディスクで0.45～0.47、ビデオディスクでは0.5～0.53といった大口径で、しかも回折限界性能を有する必要がある。一方、記録用光学系やDRAW用光学系、光磁気記録光学系ではNA0.5～0.6が必要とされている。

【0003】近年レンズの屈折面を非球面化して単レンズで軸上性能を回折限界性能以内に補正したものが数多く提案され一部コンパクトディスク再生用対物レンズとしてNA0.45で十分広い視野を持ったものが実用化されている。（MICRO OPTICS NEWS Vol3, No1, P20）しかしNAが0.6程度の大口径となると実用上十分な視野を確保するためには正弦条件、非点収差が良好に補正することが必須となる。大口径単レンズの球面収差・正弦条件を良好に補正するには周知のとおり両面を非球面化する必要がある。

【0004】特開昭50-156945号公報、特開昭57-76512号公報、特開昭57-201210号公報、特開昭58-68711号公報、特開昭59-26714号公報、特開昭59-23313号公報において、光ディスク再生用対物レンズとして提案された両面非球面単レンズの記載がある。

【0005】これらの多くはNAが0.45～0.5であり、球面収差・正弦条件は良好であるものの非点収差がアンダーであり、そのままではさらに大口径化したとき実用上十分な視野を確保することができない。特開昭50-156945号公報には視野を確保する手段についての記載があり、第1実施例にはNAが0.6といった大口径ではあるが、ここでのべられている視野を確保する手段に従うと、レンズ全長が長く、しかも物体側の面の曲率が正で大きい場合、バックフォーカスが短くなってしまい光情報記録媒体の記録再生用光学系として使用するためには必要な作動距離を確保するために焦点距離を長く必要があり、光学系を軽量・小型にすることができない。

【0006】また特開昭57-76512号公報に記載のレンズは非点収差は良好であるが球面収差・正弦条件に高次収差が発生しているといった問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は単レンズの両面を非球面化することにより正弦条件・球面収差を良好に補正するだけでなく、非点収差もあわせて良好に補正し、大口径にもかかわらず視野の広い光情報記録媒体の記録再生用対物レンズを得ようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成しようとするもので、本発明は物体側に強い曲率を有する面を向けた両凸レンズであって、物体側の面および像側の面の両方が非球面である光情報記録媒体の記録再生用対物レンズにおいて、前記光情報記録媒体の記録再生用対物レンズの像側にカバーガラスが設けられており、前記光情報記録媒体の記録再生用対物レンズが下記の条件

【0009】

【数2】

$$(1) \quad 0.40 < \frac{r_1}{nf} < 0.63$$

$$(2) \quad 0.05 < \delta_1 - \delta_2 < 0.25$$

$$\delta_1 = \frac{(n-1)^3 \Delta_1}{(NA)^4 f}$$

$$\delta_2 = \frac{(n-1)^3 \Delta_2}{(NA)^4 f}$$

$$(3) \quad -7.0 < \delta_1 / \delta_2 < -4.9$$

【0010】ただし、

f : レンズの焦点距離

n : レンズの屈折率

r₁ : 物体側の面の頂点曲率半径

NA : 開口数

Δ₁ : 光源側の面の有効径最周辺（上記NAの周縁光線が入射する光源側の面上の位置）における非球面と頂点曲率半径r₁を有する基準球面との光軸方向の差で、光軸から遠ざかるほど該非球面が光源側へ変位している場合を正とする

Δ₂ : 像側の面の有効径最周辺における非球面と頂点曲率半径r₂を有する基準球面との光軸方向の差で、光軸から遠ざかるほど該非球面が光源側へ変位している場合を正とするを満足することを特徴とした光情報記録媒体の記録再生用対物レンズによって達成される。

【0011】

【作用】条件（1）は光源側の面の頂点曲率半径r₁の条件に関するものである。この発明のレンズでは、両面を非球面としているので、球面収差・正弦条件を良好に補正するための必要条件は満たしているといえる。しかしr₁を最適に選ばないと、高次のコマ収差が発生するため、これを非球面で良好に補正するには特に大口径レンズの場合は困難となる。

【0012】条件（1）の上限を超えて大となると外方性のコマ収差が大きく発生し、下限を超えて小となると内方性のコマ収差が大きく発生する。非球面化により、*

*これらのコマ収差を補正しようとしても正弦条件の凹凸が大きくなり広い視野を得ることができなくなる。

【0013】条件（2）は球面収差を良好に補正するための非球面量に関する条件である。収差論から明らかに、3次の球面収差は波面収差で考えると開口の4乗に比例する。このため非球面量は開口数の4乗で正規化する必要がある。また、レンズの屈折率が高い程、球面収差補正のための非球面量は小さくてすむ。実際には、光源側の面と像側の面の周縁光線に対する非球面量Δ₁、Δ₂を1/(n-1)³、(NA)⁴、fで正規化した量をδ₁、δ₂とすれば、δ₁が正で大なほど、δ₂が負で小なほど球面収差をオーバーにする効果が大となるので、球面収差を補正するには、δ₁-δ₂はある範囲内にあることが必要である。

【0014】条件（2）はこの範囲を規定するもので、上限をこえると球面収差が補正過剰となり、下限をこえると球面収差が補正不足となる。

【0015】さらに正弦条件の補正に関し条件（3）を満足することを必要とする。

20 【0016】この範囲を満足しないと正弦条件の凹凸が大となり、視野を広くすることが不可能となる。

【0017】さらに、

r₂ : 像側の面の頂点曲率半径

d : レンズの軸上厚

としたとき

$$(4) \quad 0.50 < d / |r_2| < 0.88$$

を満足することが望ましい。

【0018】この条件（4）は非点収差の補正の条件である。上限を超えて大となると非点収差がオーバーとなり下限を超えて小となると非点収差がアンダーとなりいずれの場合も視野を広くすることができない。

【0019】

【実施例】以下この発明の対物レンズの実施例を示す。

【0020】実施例中の記号は前述の他、

r_i : 光源側から第i番目のレンズ面の頂点曲率半径d_i : 光源側から第i番目のレンズ面間隔n_i : 光源側から第i番目のレンズ材料の屈折率ν_i : 光源側から第i番目のレンズ材料のd線に対するアッペ数

40 また非球面形状は面の頂点を原点とし、光軸方向をX軸とした直交座標系において、頂点曲率をC、円錐定数をK、非球面係数をA_i、P_iを非球面のべき数（P_i>2、0）とすると

【0021】

【数3】

$$X = \frac{C \phi^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) C^2 \phi^2}} + \sum_i A_i \phi^{P_i}$$

$$\phi = \sqrt{Y^2 + Z^2} \quad (C = 1/r)$$

5

【0022】で表される。

【0023】なお、実施例中にはカバーガラスGの値も示してある。

【0024】 H_1 、 H_2 はそれぞれ光源側の面、像側の面における周縁光線の高さである。

$$X_{sp,j} = \frac{C_j H_j^2}{1 + \sqrt{1 - C_j^2 H_j^2}}$$

$$X_{As,j} = \frac{C_j H_j^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K_j) C_j^2 H_j^2}} + \sum_i A_i^{(j)} H_j P_i^{(j)}$$

$$C_j = \frac{1}{r_j}$$

【0027】但し

 K_j : j面の円錐定数 $A_i^{(j)}$: j面の非球面係数 $P_i^{(j)}$: j面の非球面のべき数 H_j : j面の周縁光線の高さである。

【0028】実施例1

	f=1.0	NA0.6	m=0	
	r_1	d_1	n_1	ν_1
1	0.61054	0.7556	1.48595	57.0
2	-1.41762	0.4232		
3	∞	0.2667	1.55000	30.0
4	∞			

非球面係数・べき数

第1面

 $K = -5.77438D-01$ $A1 = 3.61100D-02$ $P1 = 4.0000$ $A2 = -6.80204D-02$ $P2 = 6.0000$ $A3 = 9.21567D-03$ $P3 = 8.0000$ $A4 = -2.90609D-01$ $P4 = 10.0000$ $A5 = 3.24485D-03$ $P5 = 12.0000$ $A6 = -3.09663D-03$ $P6 = 14.0000$

第2面

 $K = -2.48085D+01$ $A1 = 2.26758D-02$ $P1 = 4.0000$ $A2 = -1.38940D-02$ $P2 = 6.0000$ $A3 = -2.30110D-02$ $P3 = 8.0000$ $A4 = 4.26395D-02$ $P4 = 10.0000$ $A5 = 5.87828D-04$ $P5 = 12.0000$ $A6 = 4.16547D-04$ $P6 = 14.0000$ $r_1/nf = 0.4163$ $d/|r_2| = 0.5330$ $H_1 = 0.602$ $H_2 = 0.471$ $\delta_1 - \delta_2 = 0.179$ $\delta_1/\delta_2 = -6.32$

実施例2

6

*【0025】非球面量 Δ_1 、 Δ_2 は、非球面形状を上記のように表した場合に、

$$\Delta_j = X_{sp,j} - X_{As,j} \quad (j = 1, 2)$$

【0026】

【数4】

	f=1.0	NA0.6	m=0	
	r_1	d_1	n_1	ν_1
1	0.89695	1.0889	1.70400	53.8
2	-1.63125	0.3264		
3	∞	0.2667	1.55000	30.0
4	∞			

非球面係数・べき数

第1面

 $K = -1.82529D-01$ $A1 = -8.85208D-02$ $P1 = 4.0000$ $A2 = -1.62751D-01$ $P2 = 6.0000$ $A3 = 6.42359D-02$ $P3 = 8.0000$ $A4 = -7.24492D-01$ $P4 = 10.0000$ $A5 = 1.17813D-01$ $P5 = 12.0000$ 30 $A6 = -2.67276D-02$ $P6 = 14.0000$

第2面

 $K = -2.33917D+01$ $A1 = -1.84217D-01$ $P1 = 4.0000$ $A2 = -4.63835D-01$ $P2 = 6.0000$ $A3 = 4.75843D-01$ $P3 = 8.0000$ $A4 = 1.22455D+00$ $P4 = 10.0000$ $A5 = 2.52895D-02$ $P5 = 12.0000$ $A6 = 6.90359D-03$ $P6 = 14.0000$ $r_1/nf = 0.5264$ $d/|r_2| = 0.6675$ 40 $H_1 = 0.602$ $H_2 = 0.391$ $\delta_1 - \delta_2 = 0.092$ $\delta_1/\delta_2 = -6.35$

【0029】

【発明の効果】本発明のレンズは図1に見るように極めて簡単な構成であるにもかかわらず、図2および図3の各実施例の収差図に示す通り、諸収差とも良好に補正されている。

【0030】図4は、それぞれ本発明の実施例1および2を、焦点距離4.5mmとして実施した場合の像高と波面収差の実効値の関係を示したもので、①および②はそれぞれ実施例1および2の関係カーブである。

【0031】波面収差の実効値が波長を λ として 0.07λ (マレシャルの許容値) 以内である最大像高は $NA0.45$ のときの 0.19 以上、 $NA0.6$ のとき 0.11 以上あり光情報媒体の記録再生用対物レンズとして十分広い視野を有することがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の対物レンズの1実施例の断面図。

*【図2】本発明の第1実施例の諸収差図。

【図3】本発明の第2実施例の諸収差図。

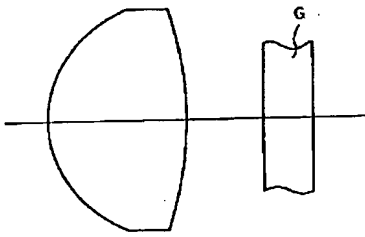
【図4】各実施例を焦点距離 4.5mm として実施した場合の像高と波面収差の実効値との関係を示す図。

【符号の説明】

G カバーガラス

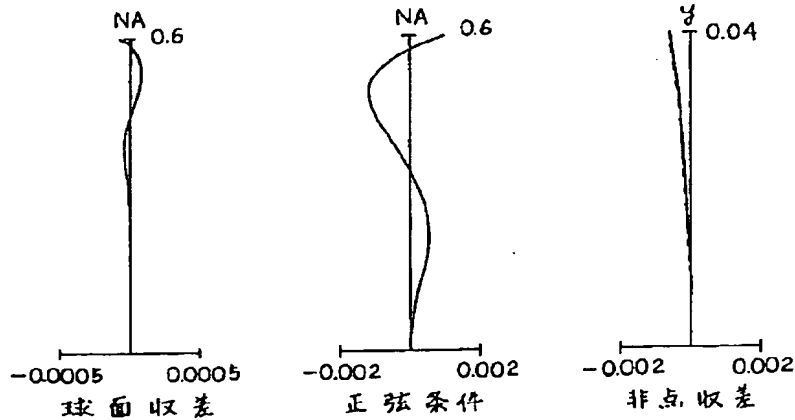
* NA 開口数

【図1】



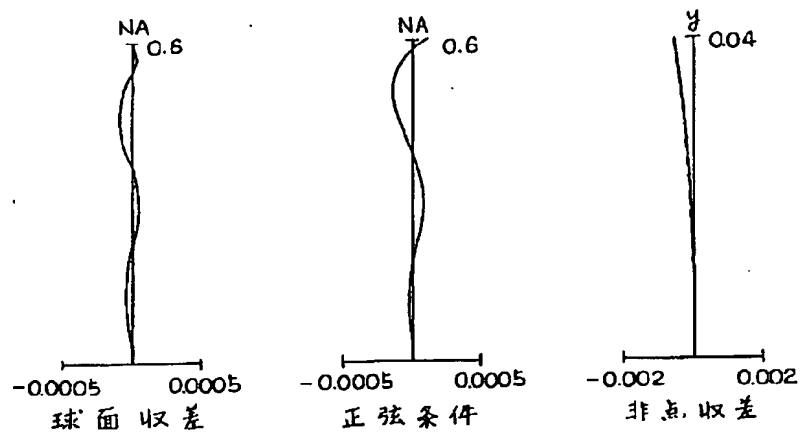
【図2】

(実施例1)

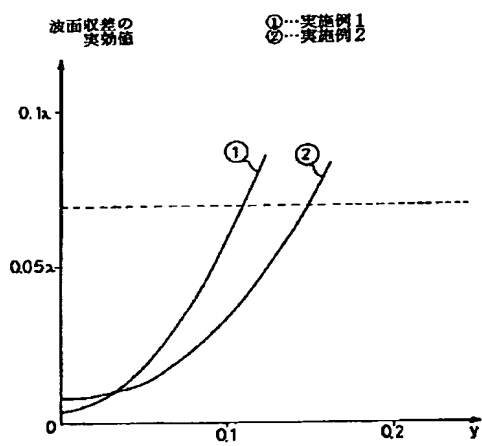


【図3】

(実施例2)



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.